

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Л.Л.Бачурін

« ____ » _____ 20__ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВБ 1.10 Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2**

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (ОПІ «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», бакалавр).

«____» _____ 2021 року. 7 с.

Розробник: Савченко Н.П., к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № ____ від «__» _____ 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

(_____) к.т.н., доц. Колларов О.Ю.
(підпис)

«____» _____ 2021_р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № ____ від «____» _____ 20__ р.

«____» _____ 20__ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1 Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	150
лекції:	32	6
практичні заняття:	32	6
лабораторні заняття:	—	—
семінари:	—	—
самостійна робота:	86	138
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Савченко Наталя Панасівна http://elin.donntu.edu.ua natalia.savchenko@donntu.edu.ua Колларов Олександр Юрійович http://elin.donntu.edu.ua oleksandr.kollarov@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Електричні вимірювання», «Електричні машини», «Теорія електричних кіл», «Електричні мережі та системи. Частина 1», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 1».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни „Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2” є формування фундаментальних уявлень про основні принципи побудови та функціонування сучасних пристроїв релейного захисту, системної та технологічної автоматики як основних засобів підвищення надійності роботи енергосистем в аварійних режимах. Викладаються базові схеми релейного захисту з цифрових пристроїв, схеми систем автоматизації енергосистем АПВ, АВР, АЧР.

Дисципліна «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2» вивчається згідно освітньої програми поряд з дисциплінами «Техніка високих напруг», «Електричні мережі та системи. Частина 2».

Загальні компетентності:

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

Фахові компетентності:

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК8. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН4. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПРН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

3. Очікувані результати навчання

знати:

- знати і розуміти особливості побудови та функціонування релейного захисту силових трансформаторів і автотрансформаторів, генераторів та електродвигунів, синхронних компенсаторів тощо.;

- знати принципи виконання мікропроцесорного захисту основних елементів енергосистеми;

- знати принципи побудови пристроїв системної та технологічної автоматики енергосистеми;

вміти:

- вибирати і розраховувати пристрої захисту та автоматики для окремих елементів енергосистеми і аналізувати їх поведінку при виникненні аварійної ситуації в енергосистемі;

- читати схеми РЗ та автоматизації енергосистем;

- контролювати ступінь використання обладнання РЗ та ЕА, участь РЗ та ЕА у виконанні операцій технологічного процесу ефективного виробництва, транспортування, розподілу та споживання електричної енергії.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2» є:

- екзамен, що проводиться у письмовий формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 1» і в терміни, встановлені навчальним планом.

- на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

- індивідуальне навчально-дослідне завдання, що виконується протягом семестру, шляхом перевірки виконаної розрахункової роботи та виставлянням відповідних балів.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних робіт та якості виконання індивідуального завдання відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	РР	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
4	4	4	4	4	20	40	60	100
2	2	2	2	2	15	25	60	85

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	РР	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
7	-	-	7	7	19	40	60	100
4	-	-	4	4	13	25	60	85

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи, РР –розрахункова робота;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Захист трансформаторів та автотрансформаторів

Основні види пошкоджень та особливі режими роботи трансформаторів і автотрансформаторів. Захист трансформаторів за допомогою запобіжників. Струмові захисти трансформаторів від міжфазних к.з. Диференційний захист трансформаторів та автотрансформаторів. Газовий захист трансформатора. Захист трансформаторів та автотрансформаторів від надструмів зовнішніх к.з. Захист трансформаторів та автотрансформаторів від перевантажень.

Тема 2. Захист генераторів

Види пошкоджень та особливі режими генераторів. Поздовжній та поперечний диференційні захисти генераторів. Захист від замикань на землю в обмотці статора генератора. Захист генератора від зовнішніх симетричних коротких замикань. Захист генератора від несиметричних режимів. Захист обмотки статора генератора від симетричних перевантажень та від підвищення напруги. Захист генератора від замикань у колах збудження. Захист обмотки ротора генератора від перевантаження струмом збудження.

Тема 3. Захист двигунів

Пошкодження та особливі режими двигунів. Захист двигунів напругою до 1000 В за допомогою плавких запобіжників, максимальних струмових реле та автоматичних вимикачів. Захист двигунів напругою вище ніж 1000 В від міжфазних к.з. за допомогою струмової відсічки, диференційний захист від міжфазних к.з., від однофазних замикань на землю, від однофазних замикань на землю та захист мінімальної напруги.

Тема 4. Захист батарей статичних конденсаторів та синхронних компенсаторів

Призначення батарей статичних конденсаторів та синхронних компенсаторів. Принцип роботи батарей статичних конденсаторів та синхронних компенсаторів. Схеми з'єднань БСК. Під'єднання трансформаторів напруги та трансформаторів струму для організації захисту БСК. Захист БСК від підвищення напруги, від міжфазних к.з., від перевантажень, від несиметрії струмів у фазах та від підвищення напруги на одному конденсаторі БСК. Схеми захисту синхронних компенсаторів.

Тема 5. Особливості мікропроцесорних захистів

Основні характеристики мікропроцесорних пристроїв. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту та протиаварійної автоматики. Особливості обробки інформації у цифрових реле. Алгоритми роботи вимірювальних органів. Особливості експлуатації мікропроцесорних захистів. Схемна реалізація мікропроцесорних захистів для різних елементів мережі. Випробування апаратури на перешкодозахищеність. Використання цифрових реле як елементів АСУ ТП.

Тема 6. Автоматичне повторне включення(АПВ)

Загальні відомості про АПВ. Класифікація АПВ. Вимоги до АПВ. АПВ одноразової дії. Вибір уставок одноразових АПВ для ліній з одностороннім живленням. Прискорення дії релейного захисту до та після АПВ. Виконання АПВ на змінному оперативному струмі. Дворазове АПВ. АПВ на лініях із двостороннім живленням. Несинхронне АПВ. Швидкодіючі АПВ.

Тема 7. Автоматичне включення резерву(АВР)

Призначення автоматичного введення резерву. Принципи здійснення АВР за різних схем живлення споживачів. Основні вимоги до пристроїв АВР. Принцип дії автоматичного введення резерву. Принципи виконання пускових органів АВР. Автоматичне увімкнення резерву на підстанціях. Мережеве автоматичне введення резерву. Виконання типових схем АВР за допомогою мікроелектронної апаратури. Розрахунок уставок АВР.

Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження(АЧР)

Призначення та основні принципи виконання автоматичного частотного розвантаження. Запобігання хибним відключенням споживачів від АЧР при короткочасних зниженнях частоти в енергосистемі. Автоматичне включення споживачів після АЧР. Апаратура для АЧР. Схеми АЧР та ЧАПВ.

6.2 Теми практичних(семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практична робота 1 (до теми 1).Розрахунок релейного захисту трансформатора	8	2
2	Практична робота 2 (до теми 3).Розрахунок релейного захисту двигунів напругою вище 1000 В.	6	-
3	Практична робота 3 (до теми 4).Розрахунок релейного захисту компенсуючих пристроїв.	4	-
4	Практична робота 4 (до теми 5).Розрахунок уставок мікропроцесорних пристроїв РЗ елементів енергосистеми.	8	2
5	Практична робота 5 (до тем 6 та 7).Розрахунок параметрів АПВ і АВР елементів енергосистеми.	6	2
	<i>Разом</i>	32	6

6.3 Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Захист трансформаторів та автотрансформаторів	12	22
2	Тема 2. Захист генераторів	12	22
3	Тема 3. Захист двигунів	12	22
4	Тема 4. Захист БСК та синхронних компенсаторів	10	14
5	Тема 5. Особливості мікропроцесорних захистів	10	16
6	Тема 6. Автоматичне повторне включення(АПВ)	10	14
7	Тема 7. Автоматичне включення резерву(АВР)	10	14
8	Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження(АЧР)	10	14
	<i>Разом</i>	86	138

6.5 Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Навчальним планом передбачено виконання розрахункової роботи за темою "Розрахунок сучасних пристроїв релейного захисту та системної автоматики.

7. Література

7.1 Основна

1. Кідиба, В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посіб. / В. П. Кідиба. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 504 с.
2. Булычев А. В., Наволочный А. А. Релейная защита в распределительных электрических сетях : Пособие для практических расчетов / А. В. Булычев, А. А. Наволочный. - М.: ЭНАС. – 2011. - 208 с.
3. Агафонов А.И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / А.И.Агафонов, Т.Ю. Бростилова, Н.Б. Джазовский. – 2-е изд., перераб. И доп. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 2020.– 300с.
4. Яндульський О. С. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навч. посіб./ О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко. – К. : НТУУ«КПІ», 2016. – 102 с.

7.2 Допоміжна

1. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - 2-е изд. – М. : Издательский дом МЭИ. – 2010. – 336 с.
2. Шабад М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: монография – СПб.: ПЭИПК. – 2003. – 350 с.

7.3. Методична

1. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Частина 2» – у розробці.

7.4 Інформаційні ресурси

1. <http://study.donntu.edu.ua>
2. <https://books.google.com.ua/books?id=5FsUEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>